

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-351789

(P2001-351789A)

(43) 公開日 平成13年12月21日 (2001. 12. 21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 5 B 37/02

H 0 5 B 37/02

J 3 K 0 7 2

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

J 3 K 0 7 3

// H 0 5 B 41/24

H 0 5 B 41/24

L 3 K 0 9 8

41/392

41/392

G 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2000-166629(P2000-166629)

(71) 出願人 000003757

(22) 出願日

平成12年6月2日(2000. 6. 2)

東芝ライテック株式会社

東京都品川区東品川四丁目3番1号

(72) 発明者 高橋 雄治

東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ライテック株式会社内

(72) 発明者 清水 恵一

東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ライテック株式会社内

(74) 代理人 100078020

弁理士 小野田 芳弘

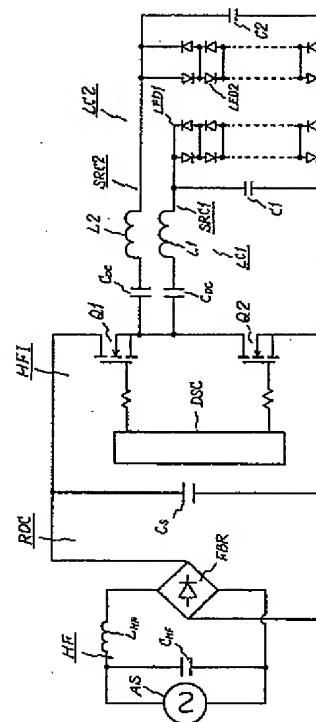
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 高周波インバータのスイッチング手段に流れる電流が小さくてスイッチング損失が低減して回路効率が向上し、または簡単な回路で調光または調色を行えたりする発光ダイオード駆動装置を提供する。

【解決手段】 整流化直流電源 R D C に接続する高周波インバータ H F I の高周波出力端に、直列共振回路 S R C 1、S R C 2 および直列共振回路の共振電圧が印加されるように接続された発光ダイオード対 L E D 1、L E D 2 を含む複数の負荷回路 L C 1、L C 2 を並列的に接続するとともに、複数の負荷回路が少なくとも異なる 2 以上の共振特性に分類される。たとえば、複数の負荷回路の共振回路の共振周波数が f_1 、 f_2 で、高周波インバータ H F I の動作周波数が中間の周波数 f であれば、遅れ電流と進み電流とが負荷回路に流れ、スイッチング手段 Q 1、Q 2 にはそれらの差の低減された S 電流が流れる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】交流入力端が低周波交流電源に接続する整流化直流電源と；直流入力端が整流化直流電源の直流出力端間に接続される高周波インバータと；それぞれ直列共振回路および直列共振回路の共振出力電圧が印加されるように接続された発光ダイオード対を含み、高周波インバータの高周波出力端に並列的に接続されるとともに、複数の直列共振回路が少なくとも異なる2以上の共振特性に分類される複数の負荷回路と；を具備していることを特徴とする発光ダイオード駆動装置。

【請求項2】交流入力端が低周波交流電源に接続する整流化直流電源と；直流入力端が整流化直流電源の直流出力端間に接続される高周波インバータと；それぞれ直列共振回路および直列共振回路の共振出力電圧が印加されるように接続された発光ダイオード対を含み、高周波インバータの高周波出力端に並列的に接続されるとともに、複数の直列共振回路が少なくとも異なる2以上の共振周波数に分類される複数の負荷回路と；を具備していることを特徴とする発光ダイオード駆動装置。

【請求項3】高周波インバータは、その動作周波数が複数の負荷回路の異なる共振周波数の中間の値に設定されることを特徴とする請求項2記載の発光ダイオード駆動装置。

【請求項4】交流入力端が低周波交流電源に接続する整流化直流電源と；直流入力端が整流化直流電源の直流出力端間に接続される高周波インバータと；それぞれ共振回路および直列共振回路の共振出力電圧が印加されるように接続された発光ダイオード対を含み、高周波インバータの高周波出力端に並列的に接続されるとともに、少なくとも一部は遅れ電流が流れ、他の一部は進み電流が流れ、負荷電流全体として無効電流が著しく低下する複数の負荷回路と；を具備していることを特徴とする発光ダイオード駆動装置。

【請求項5】高周波インバータは、その動作周波数が可変であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一記載の発光ダイオード駆動装置。

【請求項6】発光ダイオード対は、一つの負荷回路に対して実質的に単一の特性を備えているとともに、負荷回路全体として異なる光色の発光ダイオードが用いられていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか一記載の発光ダイオード駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオードを高周波インバータで駆動する発光ダイオード駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオードを駆動する場合、発光ダイオードと直列に電流制限要素を接続するのが一般的である。従来、抵抗器からなる電流制限要素を介して発光

ダイオードを電源に接続した駆動装置がある。また、コンデンサを電流制限要素とする駆動装置もある。さらに、高周波インバータやチョップパ回路を用いる駆動回路も知られている。この場合のチョップパ回路には、昇圧チョップパ、降圧チョップパまたは両者を組み合わせた構成を採用している。

【0003】しかし、従来の発光ダイオード駆動装置においては、電流制限要素による電力損失、入力電流のゼロクロス付近の休止期間が生じることによる高調波歪の発生、または回路構成の複雑化などの問題がある。以下、高周波インバータおよびチョップパを用いた従来技術の一例について説明する。

【0004】図17は、高周波インバータを用いた従来の発光ダイオード駆動装置を示す回路図である。

【0005】この発光ダイオード駆動装置は、低周波交流を全波整流器114および平滑コンデンサ115により平滑化された直流に変換し、さらに高周波インバータ116によって直流を高周波に変換して、発光ダイオード群112を高周波で駆動する。電流制限要素113にはインダクタを用いている。なお、117は高周波フィルタ、118は直流カットコンデンサである。また、高周波インバータ116は、一對のスイッチング素子116a、116bおよびゲートドライブ回路116cを主体として構成されたハーフブリッジ形インバータからなる。

【0006】図18は、昇圧チョップパおよび降圧チョップパを組み合わせた従来の発光ダイオード駆動装置を示す回路図である。

【0007】この発光ダイオード駆動装置は、昇圧チョップパ119および降圧チョップパ120を用いている。加えて、発光ダイオード群112'に流れる電流を抵抗器121で検出し、これを演算増幅器122で基準電圧源123と比較してパルス幅変調(PWM)回路124に制御入力させることによって降圧チョップパ120を電流帰還制御する構成である。このため、安定化された直流によって発光ダイオード群112'を直流駆動できる。なお、発光ダイオード群112'は、直流駆動のため逆極性に接続されていない。また、昇圧チョップパ119は、インダクタ119a、スイッチング素子119b、ダイオード119c、平滑コンデンサ115およびゲートドライブ回路119dを主体として構成されている。さらに、降圧チョップパ120は、スイッチング素子120a、ダイオード120b、インダクタ120cおよびゲートドライブ回路120dを主体として構成されている。

【0008】上述した図17に示す従来技術は、電流制限要素113に電力損失のないリアクタンス素子を用いることができるとともに、入力電流の位相を電源電圧の位相と同相にすることができる。しかしながら、入力電流のゼロクロス付近に休止期間が生じてしまい、したが

って、高調波が多くなるという問題がある。

【0009】また、図18に示す従来技術は、昇圧チョップパ119が力率改善(PFC)回路として作用させるように構成することができるので、入力電流波形を電源電圧波形とほぼ相似させることができるが、直流出力を用いて発光ダイオードを駆動している。

【0010】これに対して、逆並列接続された発光ダイオードを直列共振回路を介して高周波インバータの高周波出力端間に接続することにより、発光ダイオードを交流で駆動しながら電流制限要素による電力損失が少なく、高調波歪の問題を解決することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところが、高周波インバータの動作周波数の設定如何によっては高周波インバータのスイッチング手段に流れる電流が大きくなってスイッチング損失が増大し、回路効率が低下するという問題がある。

【0012】また、発光ダイオードを簡単な回路で調光または調色したいという要求があるが、これに応える技術が見当たらなかった。

【0013】本発明は、高周波インバータのスイッチング手段に流れる電流が小さくなってスイッチング損失が低減し、回路効率が向上する発光ダイオード駆動装置を提供することを目的とする。

【0014】また、本発明は、簡単な回路で調光または調色を行う発光ダイオード駆動装置を提供することを他の目的とする。

【0015】

【課題を達成するための手段】請求項1の発明の発光ダイオード駆動装置は、交流入力端が低周波交流電源に接続する整流化直流電源と；直流入力端が整流化直流電源の直流出力端間に接続される高周波インバータと；それぞれ共振回路および直列共振回路の共振出力電圧が印加されるように接続された発光ダイオード対を含み、高周波インバータの高周波出力端に並列的に接続されるとともに、複数の直列共振回路が少なくとも異なる2以上の共振特性に分類される複数の負荷回路と；を具備していることを特徴としている。

【0016】本発明および以下の各発明において、特に指定しない限り用語の定義および技術的意味は次による。

【0017】＜整流化直流電源について＞整流化直流電源は、交流を入力して直流を出力するもので、代表的には全波整流回路を用いることができるが、これに限定されない。

【0018】また、所望により直流出力を平滑化することができる。平滑化手段としては、直流出力端管に平滑コンデンサを接続した構成、整流回路の直流出力端に部分平滑回路またはチョッパ回路を接続した構成などを用いることができる。チョッパ回路を用いる構成におい

て、チョッパ回路として昇圧チョッパ回路を用いるとともに、入力電源電圧の瞬時値に応じて昇圧チョッパのスイッチング素子のオン、オフ時間を適切に変化するように制御回路を構成することにより、電源電圧波形に相似した入力電流波形を得て、高力率および低高調波歪を実現することができる。

【0019】＜高周波インバータについて＞高周波インバータは、種々の回路方式があるが、そのいずれを用いてもよい。そして、その直流入力端が整流化直流電源の直流出力端間に接続され、高周波出力端間に高周波出力を生じる。高周波インバータの回路方式の一例を示せば、ハーフブリッジ形、フルブリッジ形、一石形、並列形などである。

【0020】また、高周波インバータは、一般にスイッチング手段およびドライブ信号発生回路を備えている。スイッチング手段は、直流電圧を高周波でスイッチングして高周波電圧を発生するように作用する。ドライブ信号発生回路は、スイッチング手段をドライブするための信号を発生してスイッチング手段に供給する。また、ドライブ信号発生回路は、負荷回路に流れる電流を帰還してドライブ信号を発生する自動形と、発振回路を備えていてその発振出力に基づいてドライブ信号を発生する他励形とに大別されるが、本発明はそのいずれであってもよい。

【0021】さらに、高周波インバータからの高周波出力は、絶縁出力トランスや直流カットコンデンサを介して取り出すことができる。

【0022】さらにまた、本発明において、「高周波」とは、1kHz以上の周波数をいう。また、「低周波」とは、高周波に対して明らかに低い周波数をいい、たとえば50Hz、60Hzなどの商用周波数を含む。

【0023】＜負荷回路について＞負荷回路は、その複数が高周波インバータの高周波出力端に並列接続していて、それぞれ直列共振回路および直列共振回路の共振出力電圧が印加されるように接続された発光ダイオード対を含んでいる。また、複数の負荷回路が少なくとも2以上に分類される共振特性を備えている。

【0024】（直列共振回路について）負荷回路の共振特性は、共振周波数および選択度Qにより定まる。本発明においては、共振周波数および選択度Qのいずれか一方または両方が異なる2以上に分類されていれば、少なくとも2以上の共振特性を備えていることに該当するものとする。たとえば、一方の負荷回路が相対的に高い共振周波数を有していて、他方の負荷回路が相対的に低い共振周波数を有している態様を採用することができる。また、一方の負荷回路が相対的に大きな選択度Qを有していて、他方の負荷回路が相対的に小さな選択度Qを有している態様であってもよい。さらに、共振周波数および選択度Qがともに変化している態様であってもよい。

【0025】ところで、共振周波数は、直列共振回路の

場合、インダクタンスおよび静電容量により決定される。インダクタンスを L 、静電容量を C 、共振周波数を f_R とすると、共振周波数 f_R は下式のようになる。

$$【0026】 f_R = 1 / 2\pi \sqrt{LC}$$

これに対して、選択度 Q は、インダクタンス L および静電容量 C に加えて直列共振回路に対して直列接続される抵抗 R により変化し、下式のようになる。

$$【0027】 Q = 2\pi f_R L / R$$

なお、共振特性は、2以上の複数たとえば3つに分類されているのであってもよい。

【0028】（発光ダイオード対について）本発明において、「発光ダイオード対」とは、負荷として交流の一方の極性となる半波に対して順方向となる極性に接続された発光ダイオードと、他方の極性となる半波に対して順方向となる極性に接続された発光ダイオードとを備えていることを意味する。したがって、逆並列接続された一組の発光ダイオードを複数组直列接続した構成と、同一極性の複数の発光ダイオードからなる直列接続回路の複数组を逆極性に並列接続してなる構成とを包含する概念であることを理解できるであろう。

【0029】また、発光ダイオード対は、その特性、たとえば光色、温度特性、電圧-電流特性などが同一のものをを用いるのが好ましいが、特段限定されない。

【0030】さらに、発光ダイオード対は、直列共振回路の共振出力電圧が印加されるように接続される。直列共振回路のインダクタンスおよび静電容量の両端間に直列共振電圧が現れるので、インダクタンスおよび静電容量のいずれかの両端間に接続すればよい。

<本発明の作用について>直列共振回路においては、共振周波数より低い周波数の電圧が印加されると、進み電流が流れる。反対に共振周波数より高い周波数の電圧が印加されると、遅れ電流が流れる。そこで、本発明においては、複数の負荷回路に対して高周波インバータの動作周波数を適切に設定することにより、ある負荷回路には遅れ電流が流れ、また他のある負荷回路には進み電流が流れるようにすることができる。その結果、遅れ電流と進み電流とが打ち消しあって高周波インバータに流れるので、高周波インバータのスイッチング手段に流れるスイッチング電流を負荷電流の絶対値の総和より低減させることが可能になる。

【0031】また、複数の負荷回路のそれぞれの共振周波数が異なっている場合、高周波インバータの動作周波数を負荷回路の2以上の共振特性に対して、ともにその遅れ領域および進み領域のいずれかに位置するように設定すると、負荷の発光ダイオード対に印加される負荷電圧が負荷回路によって異なることになる。このため、負荷回路ごとに発光ダイオードへの印加電圧を異ならせて、その発光量を変えることが可能になる。このことは、高周波インバータの動作周波数を変化させることにより、調光が可能であることを意味する。また、負荷回

路ごとに発光ダイオードの光色の異なるものを用いれば、調色も可能であることをも意味する。

【0032】さらに、上記の作用に加えて高周波インバータを、その動作周波数より十分に低いが、視感できない程度の調光周波数に応じて、間欠的に作動させることにより、調光することも可能になる。

【0033】さらにまた、負荷回路の共振特性および高周波インバータの動作周波数の設定次第では、スイッチング電流の低減および調光または調色の両方を同時に行わせることができる。

【0034】さらにまた、複数の負荷回路の共振回路の共振周波数が同一であったとしても、それぞれの選択度 Q が相違している場合、負荷回路にはその選択度に応じた負荷電圧が印加される。したがって、負荷回路ごとに最適な負荷電流を流すことができる。

【0035】請求項2の発明の発光ダイオード駆動装置は、交流入力端が低周波交流電源に接続する整流化直流電源と；直流入力端が整流化直流電源の直流出力端間に接続される高周波インバータと；それぞれ共振回路および直列共振回路の共振出力電圧が印加されるように接続された発光ダイオード対を含み、高周波インバータの高周波出力端に並列的に接続されるとともに、複数の直列共振回路が少なくとも異なる2以上の共振周波数に分類される複数の負荷回路と；を具備していることを特徴としている。

【0036】本発明は、負荷回路の共振特性のうち共振周波数を変化させる構成を規定している。すなわち、共振周波数を2以上に分類できるように複数の負荷回路を設定することにより、スイッチング電流を負荷回路に流れる負荷電流の絶対値の総和より低減したり、またはおよび調光・調色を行わせたりすることができる。しかし、本発明の実施に際しては、共振周波数に加えて選択度 Q が複数に分類されるように変化してもよい。

【0037】請求項3の発明の発光ダイオード駆動装置は、請求項2記載の発光ダイオード駆動装置において、高周波インバータは、その動作周波数が複数の負荷回路の異なる共振周波数の中間の値に設定されることを特徴としている。

【0038】本発明は、負荷回路の共振周波数を2以上に分類されるように設定する場合における高周波インバータの動作周波数の好適な設定態様を規定している。すなわち、高周波インバータの動作周波数より共振周波数が高い負荷回路には進みの負荷電流が流れる。反対に、高周波インバータの動作周波数より共振周波数が低い負荷回路には遅れの負荷電流が流れる。

【0039】そうして、高周波インバータのスイッチング手段には、進みの負荷電流と遅れの負荷電流とが相殺されて、それらの差の電流が流れるので、スイッチング電流は各負荷回路に流れる負荷電流の絶対値の総和より小さくなる。そのため、その分スイッチング損失が低減

して回路効率が向上する。

【0040】請求項4の発明の発光ダイオード駆動装置は、交流入力端が低周波交流電源に接続する整流化直流電源と；直流入力端が整流化直流電源の直流出力端間に接続される高周波インバータと；それぞれ共振回路および直列共振回路の共振出力電圧が印加されるように接続された発光ダイオード対を含み、高周波インバータの高周波出力端に並列的に接続されるとともに、少なくとも一部は遅れ電流が流れ、他の一部は進み電流が流れ、負荷電流全体として無効電流が著しく低下する複数の負荷回路と；を具備していることを特徴としている。

【0041】本発明は、負荷回路に流れる負荷電流の位相を遅れと進みとに分けてスイッチング電流を低減する構成を規定している。遅れ電流と進み電流とが互いにほぼ 180° の位相差を有しているために、高周波インバータ内のスイッチング電流は、無効電流が相殺されて低減し、実質的に実効電流の多い電流となる。

【0042】請求項5の発明の発光ダイオード駆動装置は、請求項1ないし4のいずれか一記載の発光ダイオード駆動装置において、高周波インバータは、その動作周波数が可変であることを特徴としている。

【0043】本発明は、高周波インバータの動作周波数を可変にして調光およびまたは調色を行えるようにした構成を規定している。すなわち、高周波インバータの動作周波数を変化させることにより、負荷回路に印加される負荷電圧が変化するので、ある負荷回路の発光ダイオードに注目すれば、調光が行われることになる。また、負荷回路ごとに異なる光色の発光ダイオードを接続すれば、負荷電圧の変化に伴って調色が行われることになる。

【0044】請求項6の発明の発光ダイオード駆動装置は、請求項1ないし5のいずれか一記載の発光ダイオード駆動装置において、発光ダイオード対は、一つの負荷回路に対して実質的に単一の特性を備えているとともに、負荷回路全体として異なる光色の発光ダイオードが用いられていることを特徴としている。

【0045】本発明は、調色を可能にする負荷回路の構成を発光ダイオード対の点から規定している。すなわち、複数の光色の発光ダイオードが負荷回路ごとに分かれて接続されていることで、負荷回路ごとに負荷電流を変化させると、結果として調色が行われる。たとえば、負荷回路を赤色発光の発光ダイオード、緑色発光の発光ダイオードおよび青色発光の発光ダイオードごとに分けて構成し、それぞれの負荷回路の共振周波数を相互に変えて構成し、高周波インバータの動作周波数を変化させると、ある動作周波数のときに赤色発光の発光ダイオードが接続されている負荷回路の負荷電流が相対的に最大となり、他の負荷回路の負荷電流が最小になると、赤色の強い光色が得られる。同様に緑色および青色の強い光色を選択的に得ることもできる。

【0046】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0047】図1は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第1の実施形態を示す回路図である。

【0048】図において、ASは低周波交流電源、HFは高周波フィルタ、RDCは整流化直流電源、HFIは高周波インバータ、LC1は第1の負荷回路、LC2は第2の負荷回路である。

【0049】＜低周波交流電源ASについて＞低周波交流電源ASは、商用交流電源からなる。

【0050】＜高周波フィルタHFについて＞高周波フィルタHFは、線路に直列に挿入されたインダクタL_{HF}および線路間に接続されたコンデンサC_{HF}によって構成された高周波阻止形のフィルタ回路からなる。そして、高周波インバータHFIの高周波スイッチング動作によって発生した高周波が低周波交流電源ASに流出しないように阻止するように作用する。

【0051】＜整流化直流電源RDCについて＞整流化直流電源RDCは、全波整流回路FBRおよび平滑コンデンサCsにより構成されている。そして、低周波交流電圧を全波整流回路FBRにより全波整流し、平滑コンデンサCsにより平滑化直流電圧を出力する。

【0052】＜高周波インバータHFIについて＞高周波インバータHFIは、ハーフブリッジ形インバータからなり、第1および第2のスイッチング手段Q1、Q2およびドライブ信号発生回路DSCを備えている。すなわち、第1および第2のスイッチング手段Q1、Q2は、それぞれMOSFETからなり、平滑コンデンサCsの両端間に直列接続されている。ドライブ信号発生回路DSCは、第1および第2のスイッチング手段Q1、Q2のゲート・ソース間にゲートドライブ信号を交互に供給する。

【0053】そうして、高周波インバータHFIは、動作周波数fで作動し、第2のスイッチング手段Q2のドレイン・ソース間から周波数fの高周波出力電圧が得られる。

【0054】＜第1および第2の負荷回路LC1、LC2について＞第1の負荷回路LC1は、直流カットコンデンサC_{DC}、第1の直列共振回路SRC1および第1の発光ダイオード対LED1からなる。同様に、第2の負荷回路LC2は、直流カットコンデンサC_{DC}、第2の直列共振回路SRC2および第2の発光ダイオード対LED2からなる。

【0055】直流カットコンデンサC_{DC}は、第1および第2の負荷回路LC1、LC2にそれぞれ直列に挿入されて、高周波インバータHFIから直流成分が負荷回路LC1、LC2側に流入しないように阻止する。

【0056】第1の直列共振回路SRC1は、インダクタンスL1および静電容量C1の直列回路からなり、そ

の共振周波数が f_1 で、直流カットコンデンサ C_{dc} を介して高周波インバータHFIの高周波出力端間に接続している。同様に、第2の直列共振回路SRC2もインダクタンス L_2 および静電容量 C_2 の直列回路からなり、その共振周波数が f_2 で、直流カットコンデンサ C_{dc} を介して高周波インバータHFIの高周波出力端間に接続している。したがって、第1および第2の直列共振回路SRC1、SRC2は高周波インバータHFIに対して並列接続している。

【0057】発光ダイオード対LED1は、逆並列接続した一対の発光ダイオードを複数組直列接続してなり、第1の直列共振回路SRC1の静電容量 C_1 の両端間に接続している。同様に、発光ダイオード対LED2は、逆並列接続した一対の発光ダイオードを複数組直列接続してなり、第1の直列共振回路SRC2の静電容量 C_2 の両端間に接続している。

【0058】＜回路動作について＞低周波交流電源ASを投入すると、整流化直流電源RDCで整流し、平滑化された直流電圧が高周波インバータHFIの直流入力端間に印加されるので、高周波インバータHFIは、その作動を開始して高周波出力端間に周波数 f の高周波電圧が生じる。そのため、第1および第2の負荷回路LC1、LC2に周波数 f の高周波電圧が印加される。

【0059】第1の負荷回路LC1における第1の直列共振回路SRC1の共振周波数 f_1 および第2の負荷回路LC2における第2の直列共振回路SRC2の共振周波数 f_2 と、高周波電圧の周波数 f との関係は、下式のように設定されているとともに、第1の直列共振回路SRC1および第2の直列共振回路SRC2は、図2に示すような共振特性が付与されている。

【0060】 $f_1 < f < f_2$

図2は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第1の実施形態における第1および第2の直列共振回路の共振特性を示すグラフである。

【0061】図において、横軸は周波数を、縦軸は負荷電圧を、それぞれ示す。また、曲線SRC1は第1の直列共振回路SRC1の共振特性、曲線SRC2は第2の直列共振回路SRC2の共振特性、をそれぞれ示す。

【0062】すなわち、第1の負荷回路LC1は、第1の直列共振回路SRC1の共振周波数 f_1 が高周波電圧の周波数 f より低いので、遅れ電流で動作する。これに対して、第2の負荷回路LC2は、第2の直列共振回路SRC2の共振周波数 f_2 が高周波電圧の周波数 f より高いので、進み電流で動作する。その結果、高周波インバータHFI内部においては、第1および第2の負荷回路LC1、LC2に流れる負荷電流のベクトル差である低減された電流のみが流れる。

【0063】図3は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第1の実施形態における負荷電流およびスイッチング電流を示す波形図である。

【0064】図において、 (I_{Lc1}) は第1の負荷回路LC1に流れる負荷電流、 (I_{Lc2}) は第2の負荷回路LC2に流れる負荷電流、 (I_{Q1}) は第1のスイッチング手段Q1に流れるスイッチング電流、 (I_{Q2}) は第2のスイッチング手段Q2に流れるスイッチング電流、の波形をそれぞれ示す。

【0065】図4は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第2の実施形態における発光ダイオード対を示す回路図である。

【0066】本実施形態は、同一極性の複数の発光ダイオードを直列接続してから、それらの一対を逆並列接続することによって発光ダイオード対LEDを構成している。

【0067】以下、本発明の第3ないし第9の実施形態を図5ないし図16を参照して説明する。各図において、図1ないし図3と同一部分については同一符号を付して説明は省略する。また、先行して説明した図と同一符号についても同一符号を付して説明は省略する。

【0068】図5は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第3の実施形態を示す回路図である。

【0069】図6は、同じく複数の直列共振回路の共振特性を示すグラフである。

【0070】図7は、同じく負荷電流およびスイッチング電流を示す波形図である。

【0071】本実施形態は、図5に示すように、整流化直流電源RDCが昇圧チョッパBUTを備えているとともに、整流化直流電源RDCおよび $2n$ 個の負荷回路LC1～LC2 n を備えている点で主として異なる。

【0072】整流化直流電源RDCは、全波整流回路FBRおよび昇圧チョッパBUTからなる。昇圧チョッパBUTは、インダクタ L_T 、スイッチング手段 Q_T 、ダイオードD1および平滑コンデンサ C_s からなる。インダクタ L_T は、その一端が全波整流回路FBRの正極に接続している。スイッチング手段 Q_T は、インダクタ L_T の他端と全波整流回路FBRの負極との間に接続されている。ダイオードD1は、インダクタ L_T およびスイッチング手段 Q_T の接続点にアノードが接続している。平滑コンデンサ C_s は、ダイオードD1を介してスイッチング手段 Q_T に並列接続している。

【0073】そうして、平滑コンデンサ C_s の両端間に昇圧された平滑化直流電圧が得られる。

【0074】次に、負荷回路について説明する。図6に示すように、多数の負荷回路LC1～LC2 n は、その半数LC1～LC n （図はLC1、LC2のみを示している。）がそれぞれ共振周波数 f_1 であり、残余の半数LC $n+1$ ～LC2 n （図はLC2 $n-1$ 、LC2 n のみを示している。）がそれぞれ共振周波数 f_2 である。そして、負荷回路LC1～LC n およびLC $n+1$ ～LC2 n の直列共振回路SRC1、SRC2、SRC3、SRC n 、…、SRC $n+1$ 、SRC $n+2$ 、SRC n

+3、…、 $\text{SRC}2n$ は、図6に示すように、選択度 Q がそれぞれ異なっている。

【0075】その結果、図7に示すように、半数の負荷回路 $\text{LC}1 \sim \text{LC}n$ に流れる負荷電流 $I_{\text{LC}1}$ 、 $I_{\text{LC}2}$ 、 $I_{\text{LC}3}$ 、 $I_{\text{LC}n}$ が遅れの電流となり、残余の半数 $\text{LC}n+1 \sim \text{LC}2n$ に流れる負荷電流 $I_{\text{LC}n+1}$ 、 $I_{\text{LC}n+2}$ 、 $I_{\text{LC}2n}$ が進みの電流となる。このため、第1のスイッチング手段 $Q1$ に流れるスイッチング電流(I_{Q1})および第2のスイッチング手段 $Q2$ に流れるスイッチング電流(I_{Q2})は遅れの電流と進みの電流との差からなる低減された電流となる。

【0076】図8は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第4の実施形態を示す回路図である。

【0077】本実施形態は、整流化直流電源 RDC が部分平滑回路 PSC を備えているとともに、高周波インバータ HFI が一石形インバータによって構成されている点で主として異なる。

【0078】すなわち、部分平滑回路 PSC は、平滑コンデンサ Cs 、インダクタ Lp およびダイオード $\text{D}2$ の直列回路と、小容量のコンデンサ Cp とを全波整流回路 FBR の直流出力端間に並列接続し、直列回路のインダクタ Lp およびダイオード $\text{D}2$ の接続点をダイオード $\text{D}3$ を介して後述するスイッチング手段 $Q3$ のコレクタに接続してなる。

【0079】高周波インバータ HFI は、出力トランス T 、スイッチング手段 $Q3$ およびコンデンサ $\text{C}3$ 、 $\text{C}4$ からなる。出力トランス T は、1次巻線 p 、一対の2次巻線 $\text{S}1$ 、 $\text{S}2$ を備え、1次巻線 p はバイポーラトランジスタからなるスイッチング手段 $Q3$ のコレクタ・エミッタを介して全波整流回路 FBR の直流出力端間に接続している。コンデンサ $\text{C}3$ は、トランス T の1次巻線 p に並列接続している。コンデンサ $\text{C}4$ は、スイッチング手段 $Q3$ のコレクタ・エミッタに並列接続している。

【0080】第1の負荷回路 $\text{LC}1$ は、出力トランス T の一方の2次巻線 $\text{S}1$ 間に接続している。同様に、第2の負荷回路 $\text{LC}2$ は、他方の2次巻線 $\text{S}2$ 間に接続している。

【0081】そうして、部分平滑回路 PSC は、全波整流回路 FBR の非平滑直流電圧の瞬時値が平滑コンデンサ Cs の端子電圧より高い期間にインダクタ Lp 、ダイオード $\text{D}3$ およびスイッチング手段 $Q3$ の経路で平滑コンデンサ Cs を充電し、全波整流回路 FBR の非平滑直流電圧の瞬時値が平滑コンデンサ Cs の端子電圧より低い期間に平滑コンデンサ Cs の電荷を高周波インバータ HFI のスイッチング手段 $Q3$ およびコンデンサ $\text{C}5$ の閉回路内を高周波共振して高周波電圧に変換するので、高周波出力電圧の包絡曲線がいわゆる谷埋め波形となる。

【0082】また、高周波インバータ HFI は、出力ト

ランス T の1次巻線 p から見たインダクタンスとコンデンサ $\text{C}3$ 、 $\text{C}4$ とが共振するので、2次巻線 $\text{S}1$ 、 $\text{S}2$ の両端間に現れる高周波電圧は、正弦波交流波形となる。

【0083】図9は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第5の実施形態を示す回路図である。

【0084】本実施形態は、高周波インバータ HFI が降圧チョッパを複合したハーフブリッジ形インバータによって構成されている点で図8に示す実施形態とは異なる。すなわち、整流化直流電源 RDC は、全波整流回路 FBR のみから構成されているが、高周波インバータ HFI は、第1および第2のスイッチング手段 $Q1$ 、 $Q2$ の直列回路に対してコンデンサ $\text{C}5$ 、 $\text{C}6$ の直列回路が並列に接続している。そして、第1および第2のスイッチング手段 $Q1$ 、 $Q2$ の接続点と、コンデンサ $\text{C}5$ 、 $\text{C}6$ の接続点との間に出力トランス T の1次巻線 p の両端が接続している。コンデンサ $\text{C}6$ は、静電容量が大きくて平滑コンデンサとして作用する。

【0085】そうして、コンデンサ $\text{C}6$ は、全波整流回路 FBR の非平滑直流出力電圧の瞬時値がコンデンサ $\text{C}6$ の端子電圧より高い期間に第1のスイッチング手段 $Q1$ がオンしたときに充電される。また、全波整流回路 FBR の非平滑直流出力電圧の瞬時値がコンデンサ $\text{C}6$ の端子電圧より高い期間において、第2のスイッチング手段 $Q2$ がオンしたときにコンデンサ $\text{C}5$ と出力トランス T の1次巻線から見たインダクタンスとが共振して高周波電圧を発生していわゆる谷埋めを行う。

【0086】図10は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第6の実施形態を示す回路図である。

【0087】図11は、同じく第1ないし第3の直列共振回路の共振特性を示すグラフである。

【0088】本実施形態は、図5に示すように、整流化直流電源 RDC が昇圧チョッパ BUT を備えているとともに、3個の負荷回路 $\text{LC}1 \sim \text{LC}3$ を備えている点で異なる。3個の負荷回路 $\text{LC}1 \sim \text{LC}3$ のそれぞれの直列共振回路 $\text{SRC}1 \sim \text{SRC}3$ は、選択度 Q はほぼ同様であるが、共振周波数 f_{r1} 、 f_{r2} 、 f_{r3} が順次ずれている。

【0089】そうして、高周波インバータ HFI の動作周波数を $f1$ とすると、それぞれの共振特性曲線の周波数 $f1$ における共振出力電圧が異なるため、各負荷回路の発光ダイオード対 $\text{LED}1 \sim \text{LED}3$ に印加される負荷電圧が異なる。このため、高周波インバータ HFI の動作周波数を変えることにより、発光ダイオード対 $\text{LED}1 \sim \text{LED}3$ を調光することができる。

【0090】図12は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第7の実施形態を示す回路図である。

【0091】図13は、同じく第1ないし第3の直列共振回路の共振特性を示すグラフである。

【0092】本実施形態は、負荷回路の直列共振回路 S

RC1～SRC3の構成は図10と同様であるが、発光ダイオード対LEDR、LEDG、LEDBが異なるとともに、外部信号に応じて高周波インバータHFIの動作周波数を制御するように構成している点で異なる。

【0093】すなわち、発光ダイオード対LEDRは光色が赤色、LEDGは緑色、LEDBは青色である。また、図において、t1、t2は外部信号端子、RECは外部信号受信回路、V/fは電圧一周波数変換回路、DSCはドライブ信号発生回路である。なお、外部信号としては、パルス幅制御信号、赤外線リモコン信号、マイコンからの信号などを用いることができる。

【0094】そうして、外部信号端子t1、t2に到来した外部信号は、外部信号受信回路RECにて受信され、電圧一周波数変換回路V/fで周波数に変換され、ドライブ信号発生回路DSCの周波数を制御する。そのため、外部信号に応じて高周波インバータHFIの動作周波数が変化する。たとえば、動作周波数がf3であると、発光ダイオード対LEDBの負荷電圧が相対的に高くなるので、青色が強くなる。また、動作周波数がf2であると、発光ダイオード対LEDGの負荷電圧が高くなるので、緑色が強くなる。さらに、動作周波数がf1であると、発光ダイオード対LEDRの負荷電圧が高くなるので、赤色が強くなる。以上を要するに、本実施形態においては、外部信号によって発光ダイオード対の調色を行うことができる。

【0095】また、高周波インバータHFIの動作周波数をf1以上に高くすれば、各光色を同時に調光することができる。

【0096】図14は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第8の実施形態を示す回路図である。

【0097】図15は、同じく外部信号波形を示すグラフである。

【0098】本実施形態は、負荷回路の構成は図1に示す第1の実施形態と同様であるが、高周波インバータHFIを間欠駆動することで調光を行うように構成している点で異なる。すなわち、外部信号受信回路RECとドライブ信号発生回路DSCとの間に間欠動作制御回路ICCが介在している。

【0099】そうして、外部信号端子t1、t2に到来する外部信号が図15の(a)の場合は、高周波インバータHFIが連続的に動作して負荷回路LC1、LC2を駆動する。次に、外部信号が同じく(b)の場合は、高周波インバータHFIが間欠的に動作するので、負荷回路LC1、LC2に供給されるエネルギーが絞られるので、調光される。さらに、外部信号が同じく(c)の場合は、高周波インバータHFIがより一層休止期間が長い状態で間欠的に動作するので、さらに深く調光される。もちろん、休止期間の周期は、(b)、(c)いずれにおいても目視による明るさのちらつきを生じない範囲に設定する必要がある。

【0100】図16は、本発明の発光ダイオード駆動装置の第9の実施形態を示す回路図である。

【0101】本実施形態は、図12および図14に示す第7および第8の実施形態の構成を合わせて備えている。すなわち、外部信号を受けて高周波インバータHFIの動作周波数を制御するとともに、間欠動作をも行うように構成している。これにより、調光またはおおよそ調色の範囲を拡張するとともに、これらを円滑に行うことができるようになる。

【0102】

【発明の効果】請求項1ないし6の各発明によれば、整流化直流電源に直流入力端が接続する高周波インバータの高周波出力端に、直列共振回路および直列共振回路の共振電圧が印加されるように接続された発光ダイオード対を含む複数の負荷回路を並列的に接続するとともに、複数の負荷回路が少なくとも異なる2以上の共振特性に分類されることにより、高周波インバータのスイッチング手段に流れる電流が小さくなってスイッチング損失が低減して回路効率を向上したり、または簡単な回路で調光または調色を行えたりする発光ダイオード駆動装置を提供することができる。

【0103】請求項2の発明によれば、加えて複数の負荷回路の共振回路が少なくとも異なる2以上の共振周波数に分類されることにより、スイッチング損失が低減し、回路効率が向上したり、または簡単な回路で調光または調色を行えたりする発光ダイオード駆動装置を提供することができる。

【0104】請求項3の発明によれば、加えて高周波インバータの動作周波数が負荷回路の異なる共振周波数の中間の値に設定されていることにより、負荷回路に流れる電流が遅れ電流と進み電流とになって、スイッチング手段には、それらの差の低減された電流が流れてスイッチング損失が低減し回路効率が向上する発光ダイオード駆動装置を提供することができる。

【0105】請求項4の発明によれば、加えて複数の負荷回路の一部には遅れ電流が流れ、他の一部には進み電流が流れて、スイッチング手段には、それらの差の低減された電流が流れ流れてスイッチング損失が低減し回路効率が向上する発光ダイオード駆動装置を提供することができる。

【0106】請求項5の発明によれば、加えて高周波インバータの動作周波数が可変であることにより、発光ダイオード対を調光およびまたは調色を行う発光ダイオード駆動装置を提供することができる。

【0107】請求項6の発明によれば、加えて発光ダイオード対が一つの負荷回路に対して実質的に単一の特性を備えていることにより、発光ダイオード対を調色および調光を行う発光ダイオード駆動装置を提供することができる。

50 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の発光ダイオード駆動装置の第1の実施形態を示す回路図

【図2】本発明の発光ダイオード駆動装置の第1の実施形態における第1および第2の直列共振回路の共振特性を示すグラフ

【図3】本発明の発光ダイオード駆動装置の第1の実施形態における負荷電流およびスイッチング電流を示す波形図

【図4】本発明の発光ダイオード駆動装置の第2の実施形態における発光ダイオード対を示す回路図

【図5】本発明の発光ダイオード駆動装置の第3の実施形態を示す回路図

【図6】同じく複数の直列共振回路の共振特性を示すグラフ

【図7】同じく負荷電流およびスイッチング電流を示す波形図

【図8】本発明の発光ダイオード駆動装置の第4の実施形態を示す回路図

【図9】本発明の発光ダイオード駆動装置の第5の実施形態を示す回路図

【図10】本発明の発光ダイオード駆動装置の第6の実施形態を示す回路図

【図11】同じく第1ないし第3の直列共振回路の共振特性を示すグラフ

【図12】本発明の発光ダイオード駆動装置の第7の実施形態を示す回路図

【図13】同じく第1ないし第3の直列共振回路の共振特性を示すグラフ

【図14】本発明の発光ダイオード駆動装置の第8の実施形態を示す回路図

【図15】同じく外部信号波形を示すグラフ

【図16】本発明の発光ダイオード駆動装置の第9の実施形態を示す回路図

【図17】高周波インバータを用いた従来の発光ダイオード駆動装置を示す回路図

【図18】昇圧チョップおよび降圧チョップを組み合わせた従来の発光ダイオード駆動装置を示す回路図

【符号の説明】

AS…低周波交流電源

HF…高周波フィルタ

LHF…インダクタ

CHF…コンデンサ

RDC…整流化直流電源

FBR…全波整流回路

Cs…平滑コンデンサ

HFI…高周波インバータ

Q1…第1のスイッチング手段

Q2…第2のスイッチング手段

DSC…ドライブ信号発生回路

LC1…第1の負荷回路

LC2…第2の負荷回路

CDC…直流カットコンデンサ

SRC1…第1の直列共振回路

SRC2…第2の直列共振回路

L1…インダクタンス

L2…インダクタンス

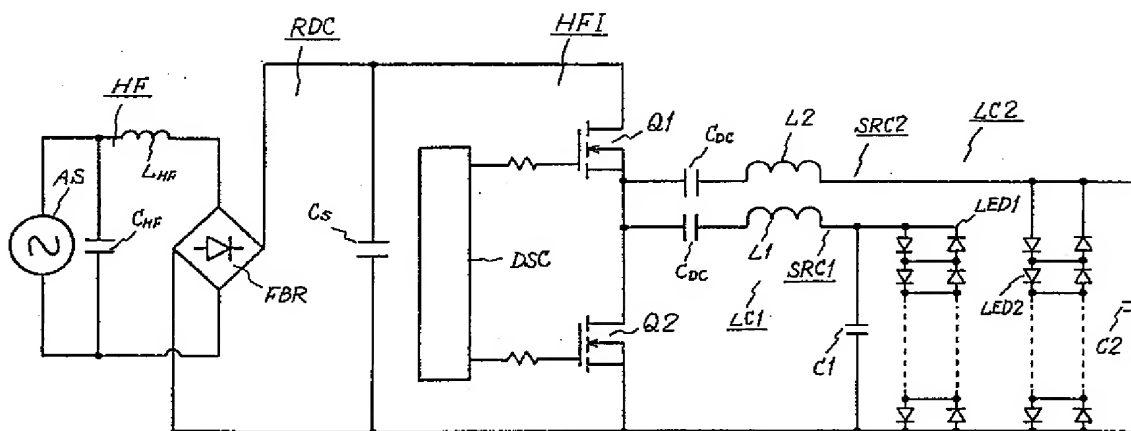
C1…静電容量

C2…静電容量

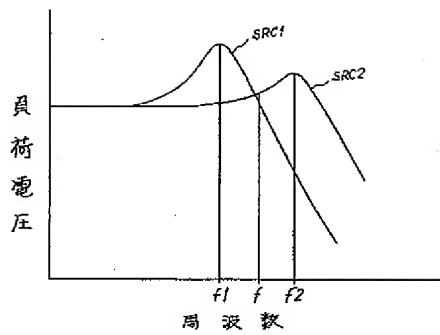
LED1…第1の発光ダイオード対

LED2…第2の発光ダイオード対

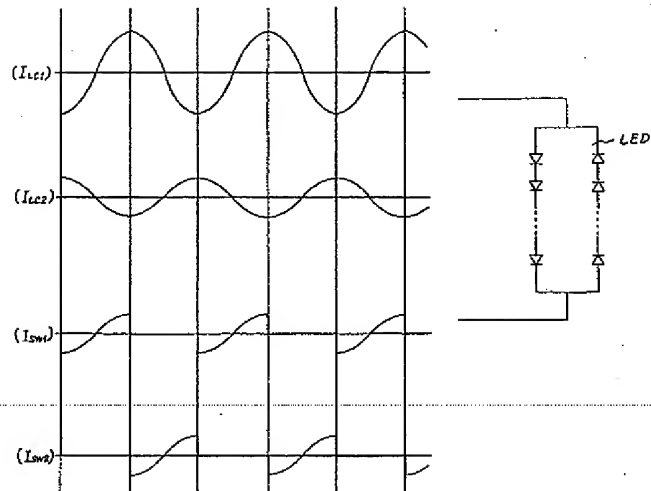
【図1】



【図 2】

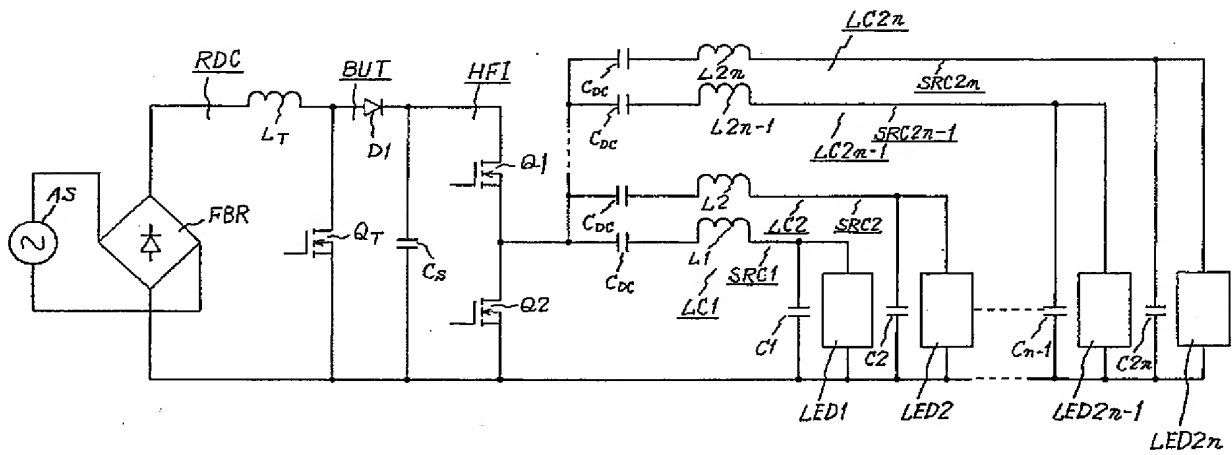


【図 3】

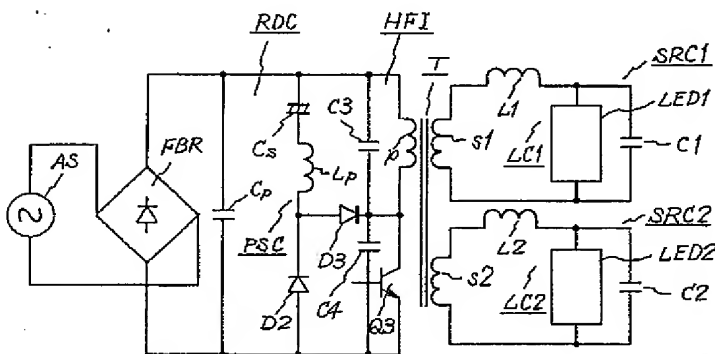


【図 4】

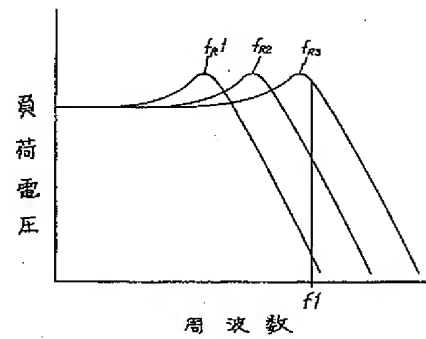
【図 5】



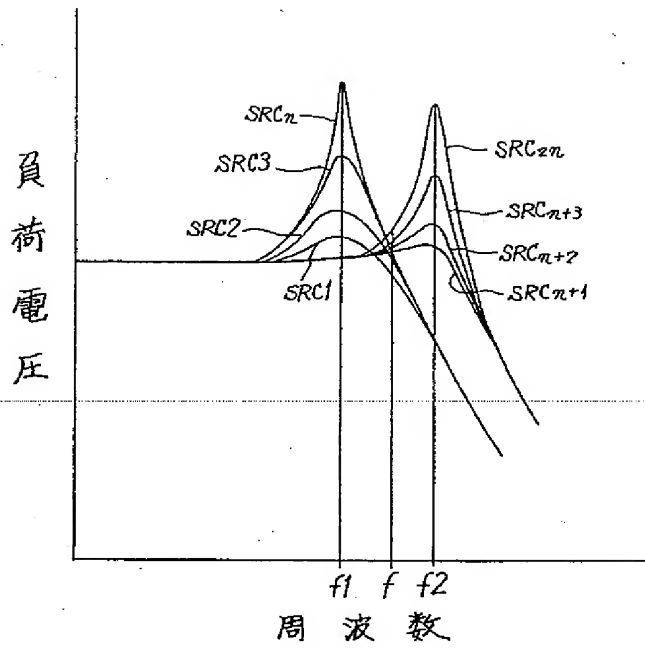
【図 8】



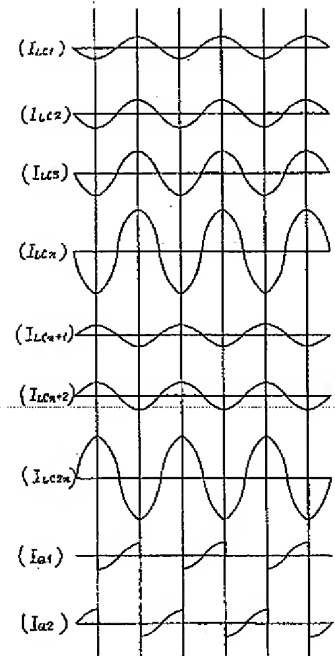
【図 11】



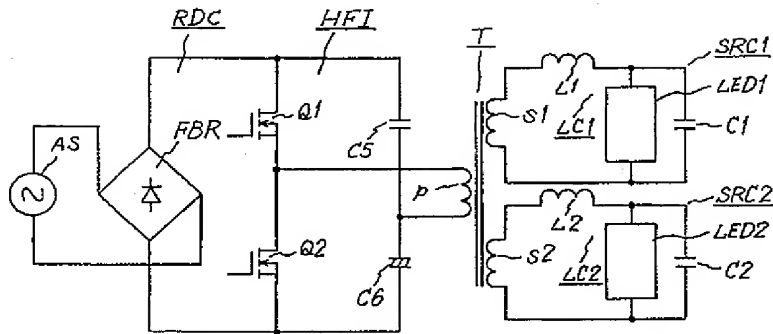
【図6】



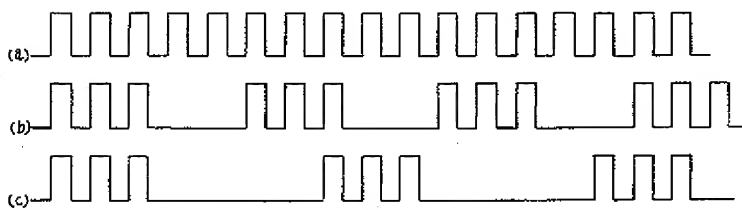
【図7】



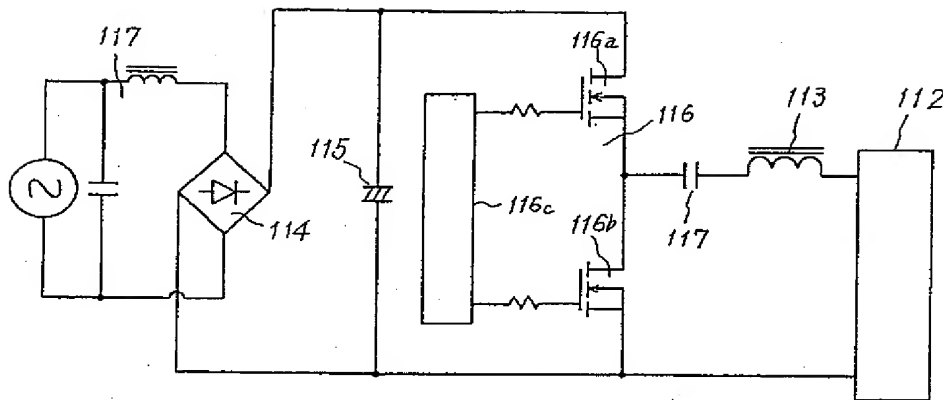
【図9】



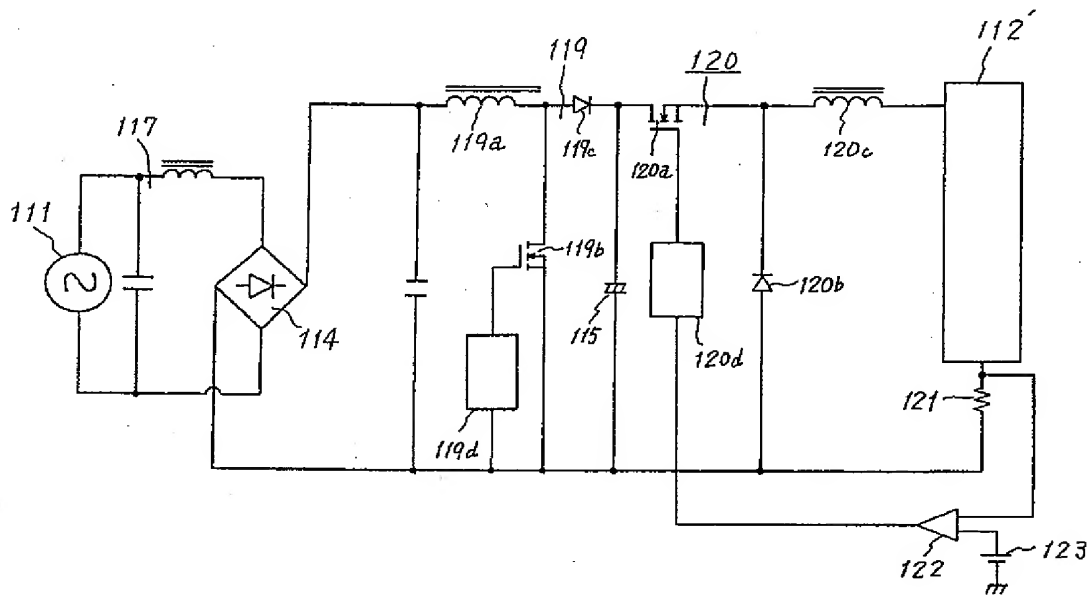
【図15】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 笹井 敏彦
東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ラ
イテック株式会社内
(72)発明者 三田 一敏
東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ラ
イテック株式会社内
(72)発明者 鎌田 征彦
東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ラ
イテック株式会社内

(72)発明者 松本 晋一郎
東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ラ
イテック株式会社内
(72)発明者 小塚 日出夫
東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ラ
イテック株式会社内

Fターム(参考) 3K072 AA19 AB04 BA05 BB03 CA11
DD04 FA05 GA03 GB04 GB12
GC04 HA06 HB06
3K073 AA16 AA52 AB01 CG11 CJ17
CM06
3K098 CC38 CC40 CC62
5F041 AA14 AA21 BB06 BB23 BB24
BB25 BB27